



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Masaaki KURIHARA et al.

Serial No.: 10/614,345

Group Art Unit: Unassigned

Filed: July 8, 2003

Examiner: Unassigned

For: PHASE MASK FOR FORMING DIFFRACTION GRATING, METHOD OF
FABRICATING PHASE MASK AND METHOD FOR FORMING DIFFRACTION GRATING

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

2002-200558 Japan 09 July 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

PARKHURST & WENDEL, L.L.P.

Charles A. Wendel

Registration No. 24,453

October 29, 2003
Date

RWP/klb
Attorney Docket No. DAIN:740
PARKHURST & WENDEL, L.L.P.
1421 Prince Street, Suite 210
Alexandria, Virginia 22314-2805
Telephone: (703) 739-0220

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 7月 9日
Date of Application:

出願番号 特願2002-200558
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-200558]

出願人 大日本印刷株式会社
Applicant(s):

2003年 7月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

出証番号 出証特2003-3061136

【書類名】 特許願

【整理番号】 P020712

【提出日】 平成14年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03F 1/08

G02B 5/18

G02B 6/10

G02B 6/16

G03F 7/20

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号 大日本印刷株式会社内

【氏名】 栗原 正彰

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号 大日本印刷株式会社内

【氏名】 登山 伸人

【特許出願人】

【識別番号】 000002897

【氏名又は名称】 大日本印刷株式会社

【代表者】 北島 義俊

【代理人】

【識別番号】 100111659

【弁理士】

【氏名又は名称】 金山 聡

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013055

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9808512

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回折格子形成用の位相マスクとその製造方法、および回折格子の形成用方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられた位相マスクで、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる回折格子形成用の位相マスクであって、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、パターンの Duty 比が座標位置に対応して調整されていることを特徴とする回折格子形成用の位相マスク。

【請求項 2】 透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられた位相マスクで、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる回折格子形成用の位相マスクであって、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、凹溝の深さが座標位置に対応して調整されていることを特徴とする回折格子形成用の位相マスク。

【請求項 3】 請求項 1 ないし 2 において、周期が不連続変化する回折格子作製用であることを特徴とする回折格子形成用の位相マスク。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 において、対象物が光導波路形成用の被加工材であることを特徴とする回折格子形成用の位相マスク。

【請求項 5】 請求項 4 において、光導波路が光ファイバーであることを特徴とする回折格子形成用の位相マスク。

【請求項 6】 透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられ、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の

感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる、回折格子形成用の位相マスクで、且つ、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、パターンDuty比が座標位置に対応して調整されている回折格子形成用の位相マスクを、作製するための位相マスクの作製方法であって、凹溝作製のための、露光、製版、エッチングからなる1連のフォトリソ工程において、回折格子の座標位置に対応して露光量を調整し、パターンDuty比の違いを形成すること特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

【請求項7】 請求項6において、露光量の調整を多重露光法により行なうこと特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

【請求項8】 透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられ、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる、回折格子形成用の位相マスクで、且つ、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、凹溝の深さが座標位置に対応して調整されている回折格子形成用の位相マスクを、作製するための位相マスクの作製方法であって、凹溝作製のための、露光、製版、エッチングからなる1連のフォトリソ工程の数を、座標位置に対応して変え、凹溝の深さを回折格子の座標位置に対応して調整することを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

【請求項9】 請求項6ないし8において、露光を電子線描画装置あるいはレーザ描画装置で行なうことを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

【請求項10】 請求項6ないし9において、対象物が光導波路であることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

【請求項11】 請求項10において、光導波路が光ファイバーであることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

【請求項12】 請求項1ないし5に記載の位相マスクを用い、該マスクの

凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製することを特徴とする回折格子の形成用方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバー等の光導波路に回折格子を形成するための位相マスクとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

光ファイバーは地球規模の通信に大革命をもたらし、高品質、大容量の大洋横断電話通信を可能にしたが、従来より、この光ファイバーに沿って、コア内に周期的な屈折率分布を作り出し、光ファイバー内にブラック回折格子をつくり、回折格子の周期と長さ、屈折率変調の大きさによって、回折格子の反射率の高低と、波長特性の幅を決めることにより、その回折格子を、光通信用の波長多重分割器、レーザやセンサーに使用される狭帯域の高反射ミラー、ファイバーアンプにおける余分なレーザ波長を採り除く波長選択フィルター等として利用できることが知られている。

しかし、石英ファイバーの減衰が最小となり、長距離通信システムに適している波長が $1.55\mu\text{m}$ であることより、この波長でファイバー回折格子を使用するためには、格子間隔を約 500nm とする必要があるが、このような細かい構造をコアの中に作ること自体が、当初は難しいとされており、光ファイバーのコア内にブラック回折格子をつくるのに、側面研磨、フォトレジストプロセス、ホログラフィー露光、反応性イオンビームエッチング等からなる何段階もの複雑な工程が採られていた。

この為、作製時間は長く、歩留りも低かった。

【0003】

しかし、最近、紫外光をファイバーに照射し、直接コア内に屈折率に変化をもたらし回折格子を作る方法が知られるようになり、この紫外線を照射する方法は

複雑なプロセスを必要としないため、周辺技術の進歩とともに次第に実施されるようになってきた。

この紫外光を用いる方法の場合、上記のように格子間隔は約 500 nm と細かい為、2本の光束を干渉させる干渉方法、(エキシマレーザからのシングルパルスを集光して回折格子面を1枚ずつ作る) 1点ごとの書き込みによる方法、グレーティングをもつ位相シフトマスク(以降、単に位相マスクとも言う)を使って照射する方法等が採られている。

【0004】

2光束を干渉させる干渉方法には、横方向のビームの品質、即ち空間コヒーレンスに問題があり、1点ごとの書き込みによる方法には、サブミクロンの大きさの緻密なステップ制御が必要で、且つ、光を小さく絞り込み、多くの面を書き込むことが要求され、作業性にも問題があった。

【0005】

このため、上記問題に対応できる方法として、位相マスクを用いる照射方法が注目されるようになってきたが、この方法は、図5(a)に示すように、石英基板の1面に凹溝を所定のピッチで、所定の深さに設けた位相マスク23を用い、KrFエキシマレーザ(248 nm)を照射して直接光ファイバー22のコア22Aに屈折率の変化をもたらし、グレーティング(格子)を作製するものである。

尚、図5(a)(ロ)は、コア22Aにおける干渉縞パターン24を分かり易く拡大して示した図であり、図5(b)(イ)、図5(b)(ロ)はそれぞれ位相シフトフォトマスクの断面、上面の全部ないし一部を示したものである。

D、Pはそれぞれ、凹溝26の深さ、ピッチを示している。

この凹溝26の深さは、露光光であるエキシマレーザ光(ビーム)の位相 π ラジアンだけ変調するように選択されており、0次光(ビーム)は位相シフトマスク23により5%以下に抑えられ、マスクから出る主な光(ビーム)は、回折光の35%以上を含むプラス1次の回折光25Aとマイナス1次の回折光25Bに発散される。

この為、このプラス1次の回折光25Aないしマイナス1次の回折光25Bで

所定のピッチでの照射を行い、このピッチでの屈折率変化をファイバー内にもたらしものである。

【0006】

しかし、従来の位相マスクを用いた、照射方法においては、反射スペクトル特性を良くするという理由から、長手方向に屈折率変調するアポダイズ処理が必要とされ、アポダイズ処理を、位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光で行っていた。

あるいは、特開平7-140311号公報の図3に図示されるその実施例のように、空間振幅フィルターを位相マスクの前において該位相マスクを照明して、同様の効果を得る方法もある。

この方法の場合、位相マスクの照明光（紫外線ビーム）の強度分布を、予め定めた方法により位相マスクのグレーディングの長さ方向にそって変化を与えるもので、例えば、ガウシアン分布のように変化させる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、従来、光通信用デバイスであるファイバークレーティングの製造方法における位相マスクを用いた、照射方法においては、反射スペクトル特性を良くするという理由から、長手方向に屈折率変調するアポダイズ処理が必要とされ、アポダイズ処理を、位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光で行っていたため、手間がかかり、歩留まりの面からもこの対応が求められていた。

本発明は、これに対応するもので、光通信用デバイスであるファイバークレーティングの製造方法における位相マスクを用いた、照射方法において、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、あるいは、特開平7-140311号公報の図3に図示されるその実施例のように、空間振幅フィルターを位相マスクの前において露光を行なう方法に代え、位相マスクのみによる1回の露光方法により、これと同等の効果を得ることができる位相シフトマスクを提供しようとするものである。

同時にこのような位相マスクを用いて作製した、ファイバークレーティングを

提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の回折格子形成用の位相マスクは、透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられた位相マスクで、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる回折格子形成用の位相マスクであって、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、パターンのDuty比が座標位置に対応して調整されていることを特徴とするものである。

あるいは、本発明の回折格子形成用の位相マスクは、透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられた位相マスクで、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる回折格子形成用の位相マスクであって、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、凹溝の深さが座標位置に対応して調整されていることを特徴とするものである。

そして、上記において、周期が不連続変化する回折格子作製用であることを特徴とするものである。

回折格子の周期が不連続変化することを特徴とするものである。

そしてまた、上記において、対象物が光導波路形成用の被加工材であることを特徴とするものであり、該光導波路が光ファイバーであることを特徴とするものである。

【0009】

本発明の回折格子形成用の位相マスクの製造方法は、透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられ、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相

互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる、回折格子形成用の位相マスクで、且つ、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、パターンDuty比が座標位置に対応して調整されている回折格子形成用の位相マスクを、作製するための位相マスクの作製方法であって、凹溝作製のための、露光、製版、エッチングからなる1連のフォトリソ工程において、回折格子の座標位置に対応して露光量を調整し、パターンDuty比の違いを形成すること特徴とするものであり、該露光量の調整を多重露光法により行なうこと特徴とするものである。

あるいは、本発明の回折格子形成用の位相マスクの製造方法は、透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられ、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる、回折格子形成用の位相マスクで、且つ、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、凹溝の深さが座標位置に対応して調整されている回折格子形成用の位相マスクを、作製するための位相マスクの作製方法であって、凹溝作製のための、露光、製版、エッチングからなる1連のフォトリソ工程の数を、座標位置に対応して変え、凹溝の深さを回折格子の座標位置に対応して調整することを特徴とするものである。

そして、上記において、露光を電子線描画装置あるいはレーザ描画装置で行なうことを特徴とするものである。

そしてまた、上記において、対象物が光導波路であることを特徴とするものであり、該光導波路が光ファイバーであることを特徴とするものである。

【0010】

本発明の回折格子の形成方法は、上記本発明の位相マスクを用い、該マスクの凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製することを特徴とするものである。

【0011】

尚、ここでは、凹溝の幅と凹溝間の凸条部の幅の比、(凹溝の幅) / (凸条部の幅) のことを *Duty* 比と言っている。

Duty 比を調整することにより、作製された、光ファイバーの 0 次光の影響を、光強度的に少なくすることができ、反射スペクトルのサイドローブを抑制することができる。

一般には、*Duty* 比が 1 の場合が、0 次光の影響が最小で、1 より離れるにしたがい次第にその影響が大きくなる。

また、凹溝の深さを回折格子の座標位置で調整して異なるものとするによっても、*Duty* 比を調整する場合と同様、光ファイバーの 0 次光の影響を、光強度的に少なくすることができ、反射スペクトルのサイドローブを抑制することができる。

【0012】

【作用】

本発明の回折格子形成用の位相マスクは、このような構成にすることにより、光通信用デバイスであるファイバークレーティングの製造方法における位相シフトマスクを用いた、照射方法において、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との 2 回の露光に代え、あるいは、特開平 7-140311 号公報の図 3 に図示されるその実施例のように、空間振幅フィルターを位相マスクの前において露光を行なう方法に代え、位相マスクのみによる 1 回の露光方法により、これと同等の効果をを得ることができる、即ち、グレーティング形成とアポダイゼーションを一回の露光で行うことができる位相シフトマスクの提供を可能とするものである。

また、ファイバークレーティングの製造方法における位相シフトマスクを用いた、照射方法において、従来と同様の、露光装置が使用でき、先に述べた特開平 7-140311 号報の図 3 に図示されるその実施例のように、露光のための装置構成が複雑になることもない。

特に、ファイバークレーティングを作製した際に、その反射スペクトル特性を良くするという理由から、その格子位置により、調整して、回折効率が異なるよ

うにしたもので、これにより、回折格子（グレーティング）作製のための露光回数を2回から1回に削減して、アポダイズ処理されたファイバークレーティングを得ることが可能となり、ファイバークレーティングの作製を効率的なものとする。

勿論、本発明の回折格子形成用の位相マスクは、周期が不連続変化する回折格子作製にも適用できるである。

【0013】

本発明の回折格子形成用の位相マスクの製造方法は、このような構成にすることにより、光通信用デバイスであるファイバークレーティングの製造方法における位相マスクを用いた、照射方法において、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、位相マスクを用いた1回の露光により、これと同等の効果を得ることができる位相シフトマスクを製造できる、回折格子形成用の位相マスクの製造方法の提供を可能にしている。

【0014】

本発明の回折格子の方法は、このような構成にすることにより、光通信用デバイスであるファイバークレーティングの製造方法における位相マスクを用いた、照射方法において、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、位相マスクを用いた1回の露光により、これと同等の効果を得ることができる回折格子の形成方法の提供を可能にしている。

これにより、特に、ファイバークレーティングの作製を効率的なものにできる。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態例を、図に基づいて説明する。

図1（a）は、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第1の例の一断面を示した図で、図1（b）はパターンとのDuty比とX方向位置との関係を示した図で、図2は図1に示す第1の例の位相マスクの製造工程を示す工程断面図で、図3（a）は、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の

第2の例の一断面を示した図で、図3（b）は凹溝パターンの深さとX方向位置の関係を示した図で、図4は図3に示す第2の例の位相マスクの製造工程を示す工程断面図である。

尚、X方向は、凹溝パターンに長さ方向に直交する方向である。

図1～図3において、110は透明基板（石英基板）、111は凹溝、112は凸条部、120は遮光膜（クロム膜）、121は（遮光層の）開口、130はレジスト、131は（レジストの）開口、140は電子ビーム、210は透明基板（石英基板）、211、211a、211b、211cは凹溝部、212は凸条部、220は遮光膜（クロム膜）、221は（遮光層の）開口、230はレジスト、231は（レジストの）開口、240は電子ビームである。

【0016】

はじめに、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第1の例を図1に基づいて説明する。

本例の位相マスクは、透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられた位相マスクで、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる回折格子形成用の位相マスクで、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、パターンのDuty比が回折格子の座標位置に対応して調整されているものである。

凹溝作製のための、露光、製版、エッチングからなる1連のフォトリソ工程において、回折格子の座標位置に対応して露光量を調整して、パターンDuty比を座標位置に対応して調整したものである。

例えば、図1（b）に示すように、凹溝の幅Wは8段階（8ステップとも言う）にし、各段のX方向長さは同じとする。

【0017】

第1の例の位相マスクの製造方法の1例を図2にしたがって説明する。

尚、これを以って、本発明の位相マスクの製造方法の実施の形態の1例の説明に代える。

ここでは、凹溝作製のための、露光、製版、エッチングからなる 1 連のフォトリソ工程において、図 2 に示すように、電子線描画装置による多重描画により、回折格子の座標位置に応じて、露光量を調整して露光を行なう。

露光量調整のための露光方法としては、これに限定はされない。

先ず、光ファイバー中に回折格子を作製する際の露光光に透明な透明基板 110 (図 2 (a)) の一面に、該透明基板に凹溝を形成するエッチング (ドライエッチング) に耐性のあるクロム等に遮光膜 120 を配設した基板に対し、電子ビームに感応性のポジ型のレジストを塗布する。(図 2 (b))

次いで、電子ビーム描画装置にて、所定の露光量 (ドーズ量とも言う) D0 で、凹溝形成部を露光する、第 1 回目の露光を行なう。(図 2 (c))

次いで、各凹溝形成部に、その凹溝の長さ方向に直交する方向である X 方向座標位置に対応して、所定の露光量にて 1 回ないし数回重ね露光を行ない、X 方向座標位置に対応して、トータル露光量を変化させる。(図 2 (d))

X 方向座標位置に対応した露光量については、シミュレーションあるいは実作業の繰り返しにより、得ることができる。

次いで、現像処理を行ない、凹溝形成箇所にレジストの開口 131 を設けるが、開口幅は、露光量に対応して変化して得られる。(図 2 (e))

次いで、レジスト 130 の開口から露出した遮光膜をエッチング除去する。(図 2 (f))

エッチングは、通常、塩素系のガスによるドライエッチングにより行なう。

次いで、透明基板 110 に対し、遮光膜 120 をマスクとして、フッ素系のガスを用いたドライエッチングを行ない、所定の深さの凹溝を形成する。(図 2 (g))

次いで、レジスト 120 を除去し (図 2 (h))、更に、遮光膜 120 を除去して、位相マスクを得る。(図 2 (i))

このようにして、第 1 の例の位相マスクは形成される。

【0018】

はじめに、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第 2 の例を図 3 に基づいて説明する。

本例の位相マスクは、透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられた位相マスクで、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる回折格子形成用の位相マスクで、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、凹溝の深さが回折格子の座標位置に対応して調整されているものである。

凹溝作製のための、露光、製版、エッチングからなる1連のフォトリソ工程において、凹溝の座標位置に対応してエッチング量を調整して形成したものである。

例えば、図3(b)に示すように、凹溝の深さHは8段階(8ステップとも言う)にし、各段のX方向長さは同じとする。

【0019】

第2の例の位相マスクの製造方法の1例を図4にしたがって説明する。

尚、これを以って、本発明の位相マスクの製造方法の実施の形態例の別の説明に代える。

ここでは、凹溝作製のための、露光、製版、エッチングからなる1連のフォトリソ工程を複数回行なうもので、その際、回折格子の座標位置に対応してエッチング量を調整し、凹溝の深さが回折格子の座標位置に対応して調節されるようにするものである。

深さを回折格子の座標位置で所定の分布にするための方法としては、これに限定はされない。

はじめに、センターからX方向距離L1の外側の凹溝部を形成する。

先ず、図2に示す製造方法と同様、光ファイバー中に回折格子を作製する際の露光光に透明な透明基板210(図4(a))の一面に、該透明基板に凹溝部を形成するエッチング(ドライエッチング)に耐性のあるクロム等に遮光膜220を配設した基板に対し、電子ビームに感応性のポジ型のレジストを塗布する。(図4(b))

次いで、次いで、電子ビーム描画装置にて、所定の露光量(ドーズ量とも言う

）Dで、センターからX方向距離L1の外側の凹溝部形成箇所を露光する露光を行なう。（図4（c））

次いで、現像処理を行ない、センターからX方向距離L1の凹溝形成箇所にレジスト230の開口231を設け、レジスト230の開口231から露出した遮光膜220をエッチング除去し、更に、透明基板210に対し、遮光膜220をマスクとして、フッ素系のガスを用いたドライエッチングを行ない、所定の深さの凹溝を形成する。（図4（d））

次いで、レジスト220を除去する（図4（e））

このようにして、センターからX方向距離L1の外側の凹溝部を形成される。

尚、各処理については、図2に示す製造方法の処理と同様に行なうことができる。

【0020】

以下、同様にして、漸次、センターからのX方向の距離を変えて、その距離の位置の凹溝を形成する処理を、全ての凹溝形成箇所に対して行なう。（図4（f）～図4（g））

そして、全ての凹溝形成箇所に対して、行なった後、残存する遮光膜220を除去して、図3に示す第2の例の位相マスクを得る。（図4（h））

このようにして、第2の例の位相マスクは形成される。

【0021】

【実施例】

実施例を挙げて、更に、本発明を説明する。

実施例は、図1に示す、第1の例の位相マスクを、図2に示す位相マスクの製造方法により作製したものである。

ピッチ1.06 μm の凹溝パターン（回折格子パターン）を長さ100 nmに、作製したものである。

図1、図2に基づいて説明する。

石英基板からなる透明基板110上に、クロムからなる遮光膜を1100 Å厚に配設した基板（図2（a））の、遮光膜120上に、ポジ型の電子ビームレジストであるZEP7000（日立ゼオン製）を厚さ500 nmに塗布、乾燥して

配設した。(図2(b))

次いで、電子線描画装置MEBESI II (ETEC社製)により、
、所定の露光量(ドーズ量とも言う) $4\mu\text{C}/\text{cm}^2$ で、凹溝形成部を露光する
、第1回目の露光を行なう。(図2(c))

次いで、各凹溝形成部に、その凹溝に直交する方向であるX方向座標位置に対応して、所定の露光量 $0.2\mu\text{C}/\text{cm}^2$ にて1回ないし数回重ね露光を行ない、X方向座標位置に対応して、トータル露光量を、所望の露光量とした。(図2(d))

X方向座標位置に対応した露光量については、シミュレーションにて求めた。

【0022】

露光後、現像処理を行ない、凹溝形成箇所にレジストの開口131を設けたが、開口幅は、露光量に対応して変化して得られた。(図2(e))

次いで、レジスト130の開口131から露出したクロム膜(遮光膜120)を、 CH_2Cl_2 ガスを用いてドライエッチングし、開口121を設けた。(図2(f))

次いで、クロム(遮光膜120)をマスクとして、レジスト130の開口131、クロム(遮光膜120)の開口121から露出した透明基板110を、 CF_4 ガスを用いてドライエッチングし、光ファイバー作製における露光波長248nmの半波長である、深さ250nmに形成した。(図2(g))

この後、70℃の硫酸にて残存するレジスト130を剥離し、更に、硝酸第二セリウムアンモニウム溶液により遮光膜120をエッチング除去し、洗浄処理を経て、ピッチ1.06μmの凹溝部パターンを長さ100nmに、且つ、その幅を座標位置により変えて作製した。

このようにして、図1に示す第1の例の回折格子用の位相マスクを製造した。

【0023】

凹溝部パターンのDuty比の分布は、図1(b)に示すようになった。

作製された位相マスクを用いて、光ファイバークレーディングを作製したが、このようにDuty比を調整することにより、作製された、光ファイバーの0次光の影響を、光強度的に少なくすることができ、反射スペクトルのサイドローブ

を抑制することができた。

光ファイバグレーディングを作製の露光における、0 次項比率を少なく制御できた。

このように、光ファイバグレーディングを作製の露光に用いられる位相マスクで、アポダイズ露光が可能な位相マスクを製造することができた。

【0024】

【発明の効果】

本発明は、上記のように、光通信用デバイスであるファイバグレーディングの製造方法における位相マスクを用いた、照射方法において、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、あるいは、特開平7-140311号公報の図3に図示されるその実施例のように、空間振幅フィルターを位相マスクの前において露光を行なう方法に代え、位相マスクのみによる1回の露光方法により、これと同等の効果を得ることができる位相シフトマスクの提供を可能とした。

同時にこのような位相マスクを用いて作製した、ファイバグレーディングの提供を可能とした。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1（a）は、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第1の例の一断面を示した図で、図1（b）はパターンのDuty比と位置との関係を示した図である。

【図2】

図1に示す第1の例の位相マスクの製造工程を示す工程断面図である。

【図3】

図3（a）は、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第2の例の一断面を示した図で、図3（b）は凹溝パターンの深さと位置の関係を示した図である。

【図4】

図3に示す第2の例の位相マスクの製造工程を示す工程断面図である。

【図5】

光ファイバー加工とそれに用いられる位相マスクを説明するための図である。

【符号の説明】

110	透明基板（石英基板）
111	凹溝部
112	凸条部
120	遮光膜（クロム膜）
121	（遮光層の）開口
130	レジスト
131	（レジストの）開口
140	電子ビーム
210	透明基板（石英基板）
211、211a、211b、211c	凹溝部
212	凸条部
220	遮光膜（クロム膜）
221	（遮光層の）開口
230	レジスト
231	（レジストの）開口
240	電子ビーム
21	位相マスク
22	光ファイバー
22A	コア
23	位相マスク
24	干渉縞パターン
25A	0次光（ビーム）
25B	プラス1次の回折光
25C	マイナス1次の回折光

2 6

凹溝

D

(凹溝 2 6 の) 深さ

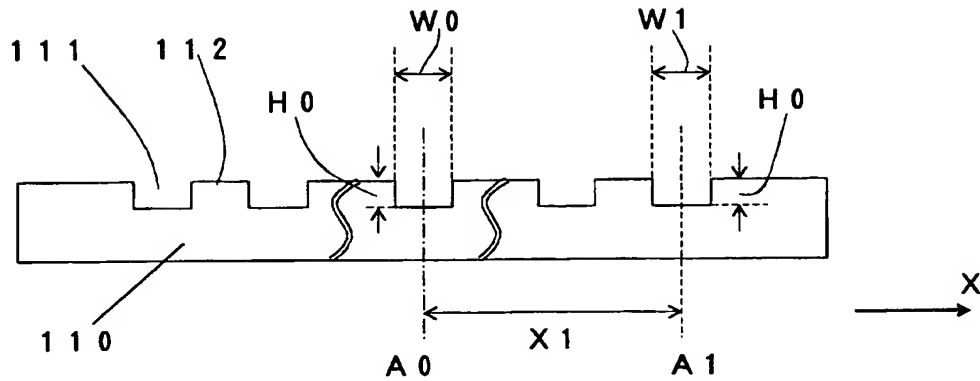
P

(凹溝 2 6 の) ピッチ

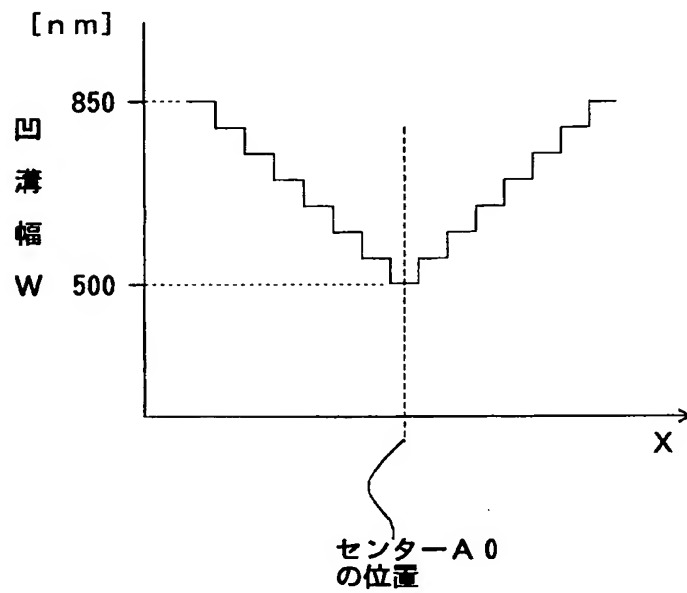
【書類名】 図面

【図 1】

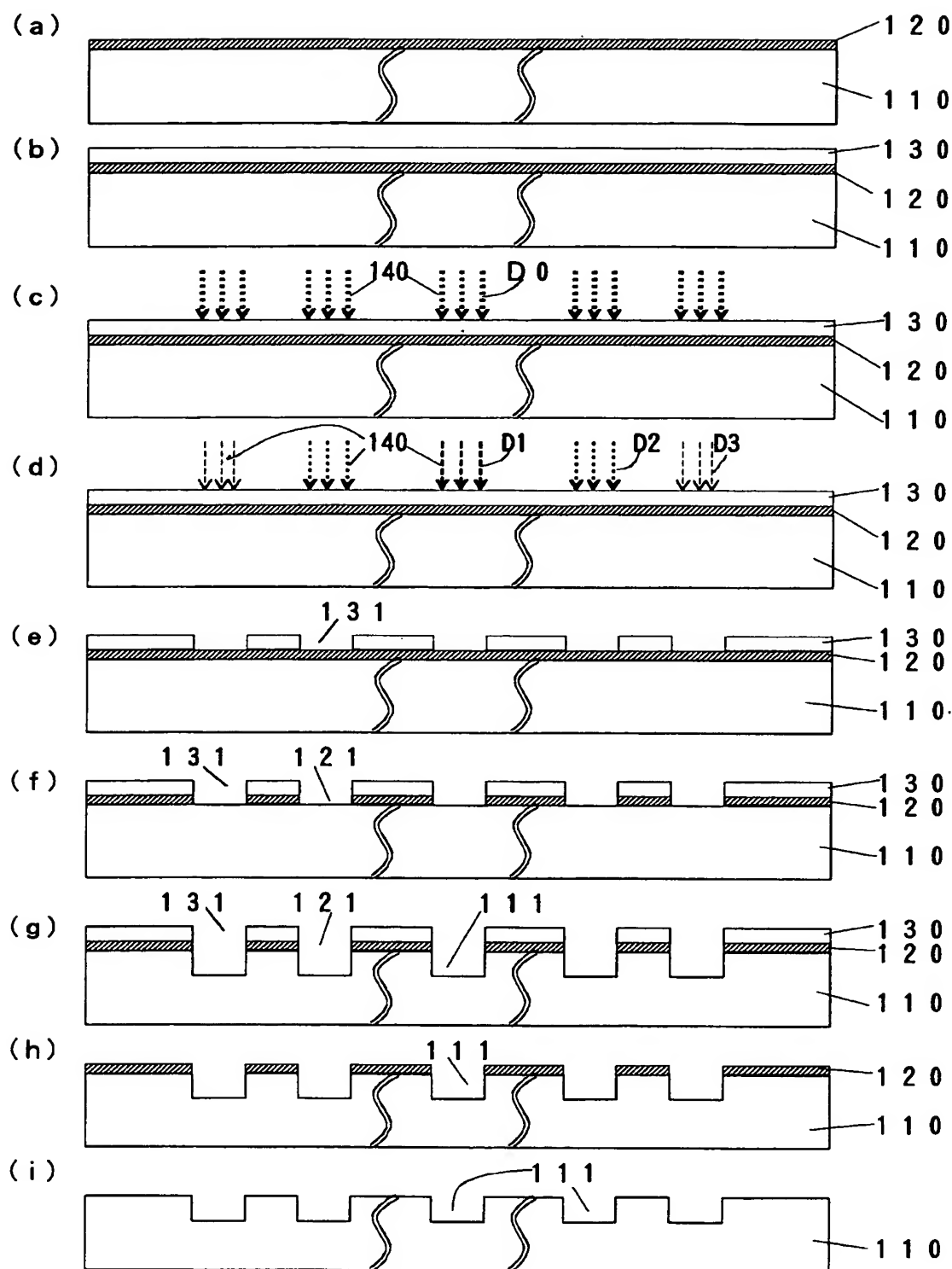
(a)



(b)

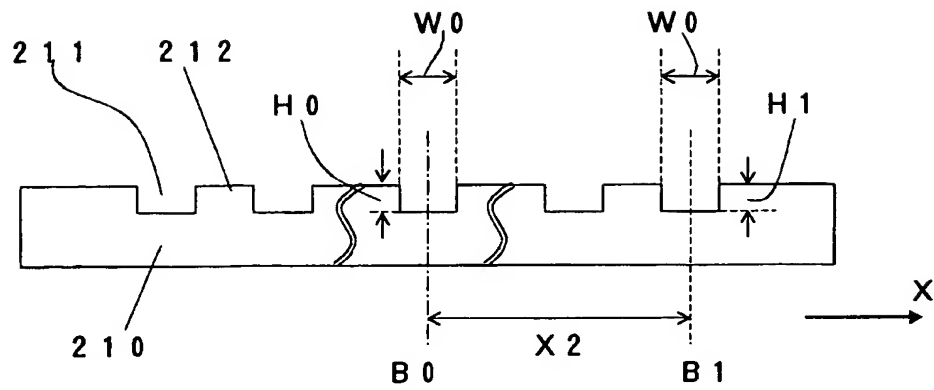


【図 2】

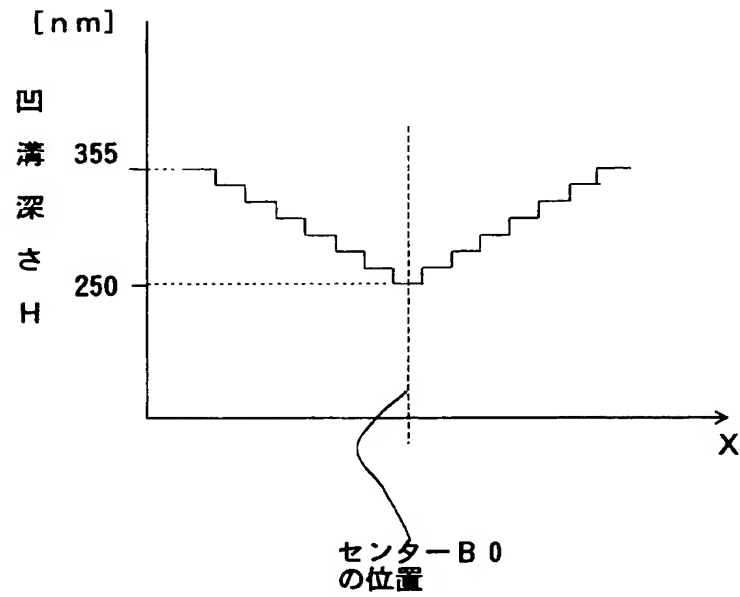


【図 3】

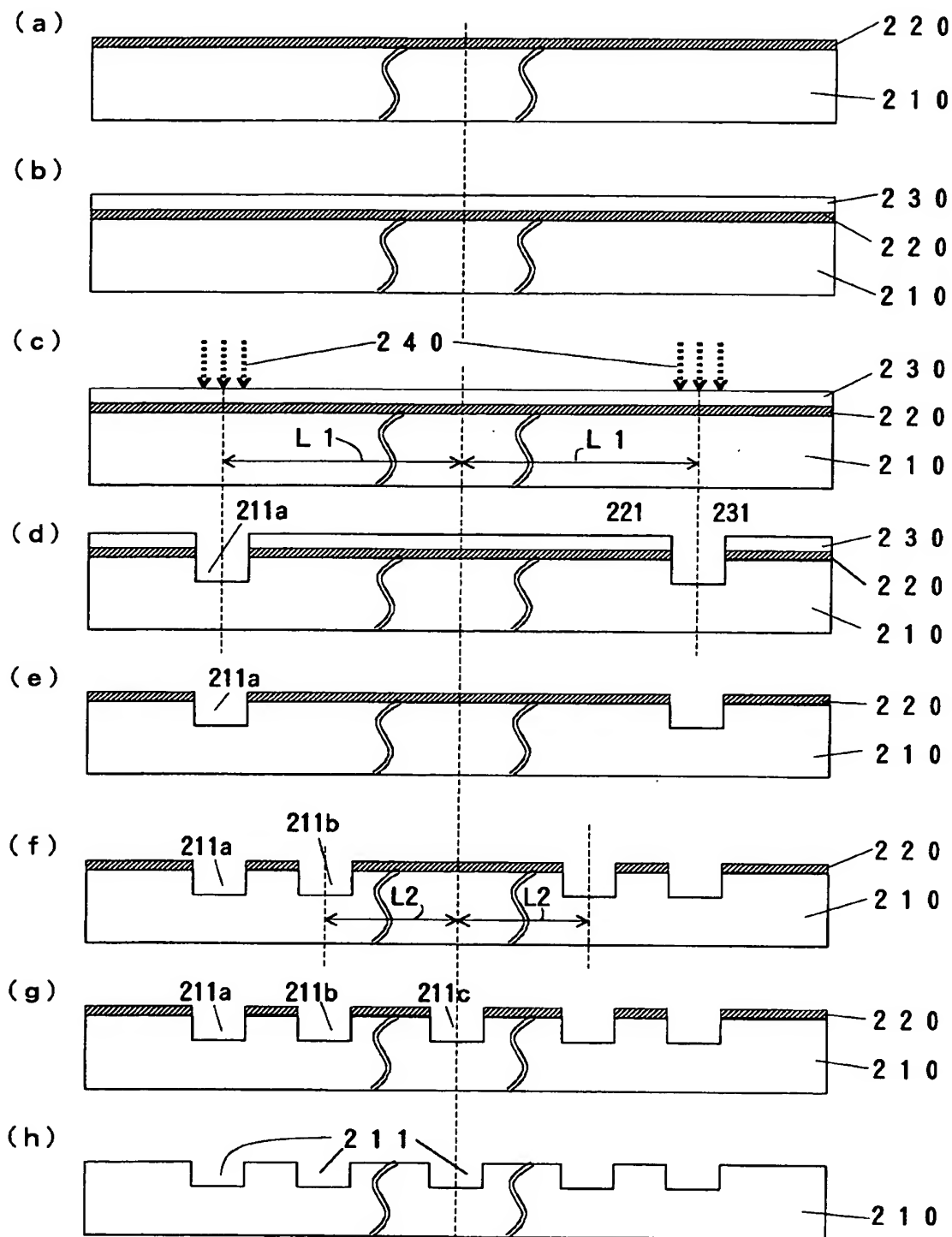
(a)



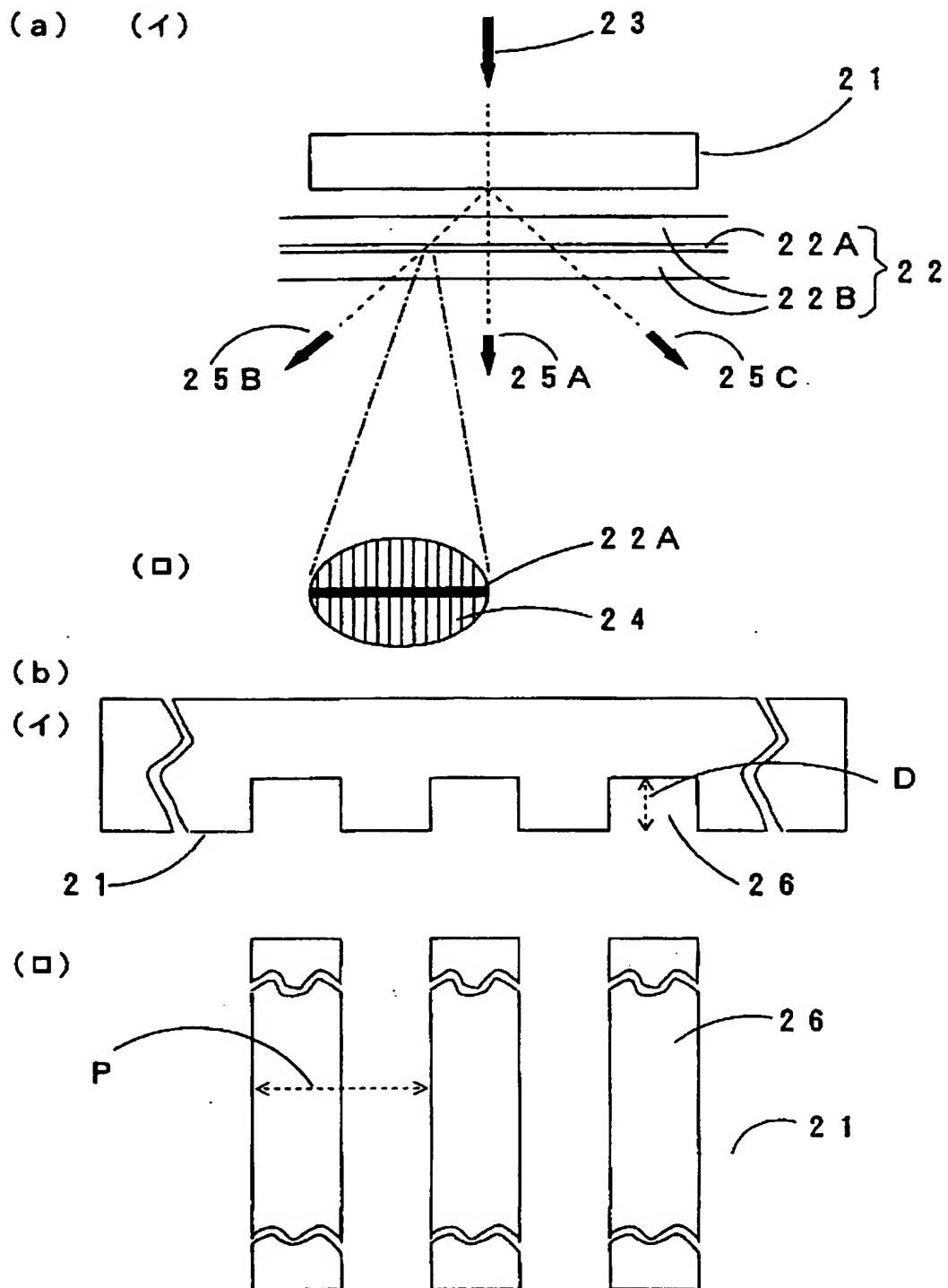
(b)



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光通信用デバイスであるファイバグレーティングの製造方法における位相マスクを用いた、照射方法において、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、位相マスクを用いた1回の露光により、これと同等の効果をを得ることができる位相シフトマスクを提供する。同時に、このような位相マスクを用いて作製した、ファイバグレーティングを提供する。

【解決手段】 透明基板の一面に格子状の凹溝の繰り返しパターンが設けられた位相マスクで、その凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こし、回折格子を作製する回折格子形成方法の用いられる回折格子形成用の位相マスクであって、回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、パターンのDuty比が座標位置に対応して調整されている。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 2 0 0 5 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 8 9 7]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 新 宿 区 市 谷 加 賀 町 一 丁 目 1 番 1 号

氏 名

大 日 本 印 刷 株 式 会 社